

Espacenet

Bibliographic data: JP 7144999 (A)

ACICULAR SINGLE CRYSTAL AND ITS PRODUCTION

Publication date:	1995-06-06
Inventor(s):	OKAJIMA YOSHIHIKO; SATO YOSHIKAZU; KATO KAZUO ±
Applicant(s):	DENKI KAGAKU KOGYO KK ±
Classification:	<p>- international: <i>C30B29/62; G01N37/00; G01Q60/16; G01Q60/38; G01Q70/10; G01Q70/16; G01R1/06; H01L21/66; H01L29/06; (IPC1-7): C30B29/62; G01R1/06; H01L21/66</i></p> <p>- European:</p>
Application number:	JP19930291937 19931122
Priority number (s):	JP19930291937 19931122

Abstract of JP 7144999 (A)

PURPOSE: To practically eliminate the branch and kink by treating a single crystal substrate with an aq. soln. contg. ammonia, H₂O₂ and water and then forming an acicular single crystal on the substrate by VLS. **CONSTITUTION:** Ammonia, H₂O₂ and water are mixed in the weight ratio of 0.1-2.5:0.1-2.5:2.5-10 to obtain an aq. soln. A. A layer of metal such as Au and Pt forming an alloy with a single crystal or a layer of metal having a lower m.p. than the single crystal is formed on the desired position of the substrate obtained by treating the single crystal substrate of Si, etc., with the component A to obtain a patterned part B. The patterned part B is further treated, if necessary, with the component A to obtain a treated single crystal substrate C. An element constituting the single crystal is occluded in the droplet formed by the metal layer of the part B in the atmosphere of the raw gas contg. the element forming the single crystal to form a single crystal on the substrate, and an erect acicular single crystal is produced.

Translation of Reference 4 (JP-A-H07-144999)

[0013]

Example 1

A <111> single-crystal silicon substrate was subjected to ultrasonic cleaning in acetone for 5 minutes, thereafter dipped for 10 minutes in an aqueous solution obtained by mixing 98% sulfuric acid (sulfuric acid content: 98 wt%) of 3000ml, 30% hydrogen peroxide solution (hydrogen peroxide content: 30 wt%) of 1000ml and kept at 75°C, and cleaned with ultrapure water. Thereafter, the substrate was treated with dilute hydrofluoric acid aqueous solution (hydrofluoric acid content: 10 wt%) and then cleaned with ultrapure water. Next, the substrate was dipped for 10 minutes in an aqueous solution obtained by mixing 30% hydrogen peroxide solution (hydrogen peroxide content: 30 wt%) of 1000ml, 25wt% ammonia solution (ammonia content: 25wt%) of 1000ml, and ultrapure water of 5000ml which were individually heated to 75°C (hereinafter briefly called a treating solution A), and cleaned. Furthermore, the substrate was cleaned with ultrapure water and treated with dilute hydrofluoric acid aqueous solution (hydrofluoric acid content: 10 wt%). Thereafter, the substrate was cleaned with ultrapure water and dried. Thereafter, a number of Au dots are formed by a method such as photolithography, etching, and plating. The Au dots thus formed have a diameter of 30 μ m and a thickness of 2 μ m. The distance between the Au dots is 50 μ m pitch. At the positions of the Au dots, needle crystals are formed in a process which will later be described. With the Au dots used as a mask, a single-crystal Si thin film on the substrate was removed by etching to the depth of 10 μ m. At this time, using anisotropic etching, the undercut by etching was controlled to about 7 μ m. As a result, an upper end face of Si left as a protruding portion had a diameter of 16 μ m. Thereafter, the substrate was dipped in the above-mentioned treating solution A for 10 minutes and cleaned. Furthermore, the substrate was cleaned with ultrapure water, treated with dilute hydrofluoric acid aqueous solution (hydrofluoric acid content: 10wt%), cleaned with ultrapure water, and dried.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-144999

(43) 公開日 平成7年(1995)6月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 29/62	V	8216-4G		
H 0 1 L 21/66	B	7630-4M		
// G 0 1 R 1/06				

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-291937

(22) 出願日 平成5年(1993)11月22日

(71) 出願人 000003296

電気化学工業株式会社

東京都千代田区有楽町1丁目4番1号

(72) 発明者 岡島 芳彦

東京都町田市旭町3丁目5番1号 電気化学工業株式会社総合研究所内

(72) 発明者 佐藤 吉和

東京都町田市旭町3丁目5番1号 電気化学工業株式会社総合研究所内

(72) 発明者 加藤 和男

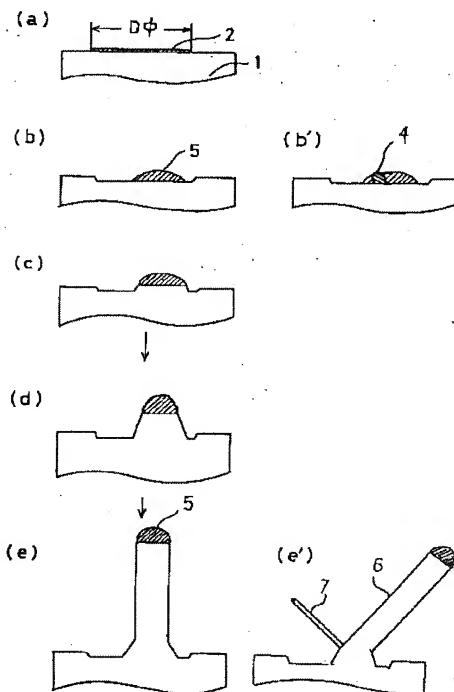
東京都町田市旭町3丁目5番1号 電気化学工業株式会社総合研究所内

(54) 【発明の名称】 針状単結晶体及びその製法

(57) 【要約】

【目的】 キンク及びブランチが殆どない、針状単結晶体を得る。

【構成】 アンモニア及び過酸化水素を含む水溶液で処理した単結晶基板上に形成せしめたことを特徴とする、ブランチ及びキンクが殆どない、ほぼ直立した針状単結晶体及びその製法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アンモニア、過酸化水素及び水を含む水溶液で少なくとも処理した単結晶基板上に形成せしめたことを特徴とする、ブランチ及びキンクが殆んどない、ほぼ直立した針状単結晶体。

【請求項2】 (A) アンモニア、過酸化水素及び水を含む水溶液で少なくとも処理した単結晶基板の所望の位置に、(a) 前記単結晶と合金を形成する金属層又は前記単結晶よりも融点の低い金属層のパターン部を形成した(以下(A)の工程をA工程と略す)後、又は(b) A工程実施後に、単結晶基板上を前記水溶液で処理した後、(B) 前記単結晶を形成する元素を含む原料ガス雰囲気内で、前記パターン部の金属層により形成される液滴内に、前記単結晶を構成する元素をとり込み前記単結晶基板上に形成させることを特徴とする針状単結晶体の製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば微小真空デバイスや電子銃、或いは走査型トンネル顕微鏡や電子間力顕微鏡をはじめとする走査プローブ顕微鏡のプローブ及びその他電子デバイスに使用できる単結晶体、特に針状単結晶体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 まず、本発明の理解を容易にするために本発明の背景技術となる、基板の所定の位置に針状結晶を形成する方法について説明する。この方法は、R. S. Wagner and W. C. Ellis: Appl. Phys. Letters 4 (1964) 89 に開示されているものである。図1はかかる針状結晶の形成方法を説明するための図である。図1(a)に示すように、表面が(111)面であるシリコン単結晶基板1の所定の位置にAu粒子2を載置する。これをSiH₄、SiCl₄などのシリコンを含むガスの雰囲気の中でSi-Au合金の融点以上に加熱する。Si-Au合金はその融点が高いため、Au粒子2は載置された部分にこの合金の液滴が出来る。この時、ガスの熱分解により、シリコンが雰囲気中より取り込まれるが、液状体は他の固体状態に比べてシリコン原子を取り込み易く、Si-Au合金の液滴中には次第にシリコンが過剰になる。この過剰シリコンはシリコン基板1上にエピタキシャル成長し同図(b)に示すように<111>軸方向に沿って、頂部にSi-Au合金液滴5を有しつつ、針状結晶3が成長する。また、針状結晶3は単結晶であり、基板1の結晶方位と同一方位を有する。また、針状結晶3の直径は液滴の直径とほぼ同一である。尚、以上の結晶成長機構はVLS (Vapor-Liquid-Solid) 成長と呼ばれており、以下VLS成長と記す。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前記のVLS成長法によって単結晶体を成長させる際に、以下のような問題点

が存在する。個々のパターン部に対応して生成した柱状、あるいは針状結晶がその成長の過程でキンク(折れ曲がり)やブランチ(枝分かれ)を生じる等の問題がある。本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであって、単結晶基板の所望のパターン部に対応して、キンク(折れ曲がり)やブランチ(枝分かれ)の無い単結晶を成長させた針状単結晶体を提供することを目的とするものである。

【0004】

10 【課題を解決しようとする手段】 本発明の第1の発明は、アンモニア、過酸化水素及び水を含む水溶液で少なくとも処理した単結晶基板上に形成せしめたことを特徴とする、ブランチ及びキンクが殆んどない、ほぼ直立した針状単結晶体である。本発明の第2の発明は、(A) アンモニア、過酸化水素及び水を含む水溶液で少なくとも処理した単結晶基板の所望の位置に、(a) 前記単結晶と合金を形成する金属層又は前記単結晶よりも融点の低い金属層のパターン部を形成した(以下(A)の工程をA工程と略す)後、又は(b) A工程実施後に、単結晶基板上を前記水溶液で処理した後、(B) 前記単結晶を形成する元素を含む原料ガス雰囲気内で、前記パターン部の金属層により形成される液滴内に、前記単結晶を構成する元素をとり込み前記単結晶基板上に形成させることを特徴とする針状単結晶体の製法を提供するものである。

20 【0005】 以下、本発明を詳細に説明する。本発明に用いられる単結晶基板としては、Si、LaB₆、Ge、 α -Al₂O₃、GaAs、GaP、MgO、NiO、SiC、InAs等の単結晶が基板表面に厚さ3 μ m以上あるものが用いられる。単結晶基板の厚さの上限の制限はないが、通常5mm以下のものが用いられる。特に好ましくは、Si等の単結晶基板及びSOI基板等である。

30 【0006】 本発明の単結晶基板上に、パターン部を形成する金属としては、単結晶を構成する元素と合金を形成するもの、又、単結晶より融点の低い金属がもちいられる。これらは、基板上で液滴を形成する金属であり、Au、Pt、Ag、Cu、Pd及びGaであり、特に好ましくは、Au及びPtである。本発明の単結晶としては、VLS成長によって形成できるものが使用できる。具体的には、Si、LaB₆、Ge、 α -Al₂O₃、GaAs、GaP、MgO、NiO、SiC、InAs等である。特に好ましくは、Si等である。通常、VLS成長によって形成される単結晶は、基板上にはほぼ直立して形成される。

40 【0007】 本発明で用いるアンモニア、過酸化水素及び水は不純物を含まないものが好ましい。水としては、純粋及び超純粋を使用することが好ましい。アンモニア、過酸化水素及び水の含有比率は、特に制限はないが、重量

3

比でアンモニア：過酸化水素：水＝0.1～2.5：0.1～2.5：10の範囲が好ましい。処理温度は、特に制限はなく、水溶液を加熱して用いる方法も可能である。また、処理時間は工業的に生産できる範囲ならば、特に制限はない。本発明のアンモニア及び過酸化水素を含む水溶液で処理する際に、超音波処理を併用することができる。超音波処理の周波数としては、10KHz～数MHzの範囲が望ましい。更に、本発明のアンモニアと過酸化水素を含む水溶液の予備処理として、有機溶剤洗浄、プラズマ処理、焼成処理、紫外線照射処理及び

【0008】

【作用】図2にVLS成長法における単結晶の形成過程を示す。(a)はSi基板1上にAuの薄膜を島状に形成した断面図である。ここでAuのドット2の直径をDとする。この基板をAuとSiの共晶点以上に水素雰囲気中で加熱すると図2(b)に示すようにAuのドットはSi基板と接している部分のSi基板と相互に融解し合っ

【0009】この時、Au-Si合金液滴はAuドットの半径Dの大きさを保持してSi基板上に濡れ広がるのではなく、重力と表面張力によりその体積に見合う大きさと形状の液滴を生じる。このAu-Si合金が凝集した液滴を形成する際、図2(b')に示すように液滴中に不純物4を取り込んでしまう場合がある。

【0010】この状態で、例えば四塩化珪素と水素の混合ガスを導入するとAu-Si合金液滴表面は他の固体表面よりも還元反応の効率が著しく高く、Au-Si合金液滴中にSiが取り込まれ液滴中のSiは過飽和状態になる。その結果図2(c)～(d)に示すようにAu-Si合金液滴と接するSi基板表面にSiが析出しAu-Si合金液滴の下にテーパー状に固体Siが形成される。さらにSiの析出が進行すると、図2(e)に示すようにテーパー状部分の形成は終端しAu-Si合金液滴はほぼ半球状の形状になり柱状のSiを析出し続ける。

【0011】ところで、前述したキンクやブランチは多数形成されたテーパー状のSi部に図2(e')に示すように生じる。また、これらはランダムに生じる。この理由を以下に述べる。VLS成長におけるテーパー部、柱状といった形態の変化は図3に示すように気相、液相および固相間の表面張力の釣合によって支配されている。表面張力は気相組成、温度、圧力、液相組成、固相組成および固相が単結晶ならばその面方位により異なる。したがって、図3(a)、(c)のはそれぞれの状態で表面張力は釣り合っているが、

$$\begin{array}{c} \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \\ rVL + rVS + rLS = 0 \end{array}$$

図3(b)に示すテーパー部の形成段階は不釣り合い

4

$$\begin{array}{c} \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \\ rVL + rVS + rLS \neq 0 \end{array}$$

の状態に置かれ、結果としてAu-Si合金液滴は非常に不安定な状態下に曝されている。この時不純物を取り込んだAu-Si合金がテーパー部の形成段階から作用しキンクやブランチを生じる。

【0012】本発明では、アンモニア、過酸化水素及び水を含む水溶液で少なくとも処理した単結晶基板上に形成せしめたことを特徴とする、ブランチ及びキンクが殆んどない、ほぼ直立した針状単結晶体が得られ、又前記のキンクやブランチを無くすために、(A)アンモニア、過酸化水素及び水を含む水溶液で少なくとも処理した単結晶基板上の所望の位置に、(a)前記単結晶と合金を形成する金属層又は前記単結晶よりも融点の低い金属層のパターン部を形成した(以下(A)の工程をA工程と略す)後、又は(b)A工程後に、単結晶基板上を前記水溶液で少なくとも処理した後、(B)前記単結晶を形成する元素を含む原料ガス雰囲気内で、前記パターン部の金属層により形成される液滴内に、前記単結晶を構成する元素をとり込み前記単結晶基板上に形成させる針状単結晶体の製造方法が用いられる。又、本発明の前記製造法において、単結晶基板上の所望の位置に、金属層のパターン部を形成した後、前記パターン部を周囲より凸状に加工した後、前記単結晶を形成する元素を含む原料ガス雰囲気内で、前記パターン部の金属層により形成される液滴内に、前記単結晶を構成する元素をとり込み前記単結晶基板上に針状単結晶体を形成させる製造方法が好ましい。

【0013】

【実施例】

実施例1

<111>方位のシリコン単結晶基板を、アセトン中で5分間超音波洗浄した後、98%硫酸(硫酸含量、98wt%)3000ml、30%過酸化水素水(過酸化水素含量、30wt%)1000mlを混合し、75℃に保った水溶液に10分間浸漬処理し、超純粋で洗浄した。その後、希フッ酸水溶液(フッ酸含量、10wt%)で処理後、超純粋で洗浄した。次に、30%過酸化水素水(過酸化水素含量、30wt%)1000ml、25%アンモニア水(アンモニア含量、25wt%)1000ml及び超純水5000mlを個々に75℃に加熱し混合した水溶液(以下処理液Aと略す)中に10分間浸漬処理し、洗浄した。更に超純水で洗浄し、希フッ酸水溶液(フッ酸含量、10wt%)で処理後、超純水で洗浄し、乾燥させる。その後フォトリソグラフ法、エッチング法およびメッキなどの方法で多数のAuドットを形成する。形成したAuドットは、直径が30μmで厚みが2μmであり、Auドット間距離は50μmピッチである。このAuのドットの位置に後で述べる工程で針状結晶が形成される。このAuドットをマスクとして基板上のSi単結

晶薄膜を $10\mu\text{m}$ の深さにエッチングにより除去した。この時異方性を有するエッチング法を採用し、エッチングによるアンダーカットを約 $7\mu\text{m}$ に制御した。その結果、凸状部として残ったSiの上端面の直径は $16\mu\text{m}$ であった。その後、前記処理液A中に10分間浸漬処理し、洗浄した。更に超純水で洗浄後、希フッ酸水溶液（フッ酸含量、 $10\text{wt}\%$ ）で処理後、超純水で洗浄し、乾燥させた。

【0014】このように多数のAuをパターン化した基板を反応管内で加熱し、四塩化珪素と水素の混合ガスを流すと個々のAuドットの位置に針状結晶が形成される。このようにして得られた針状結晶は、基板上にほぼ直立し直径が約 $16\mu\text{m}$ で、その周辺に微細な針状結晶の随伴は認められず、また、初めに形成した個々のAuドットの位置に対し、得られた針状結晶の位置は正確に同一の位置であり、キンク、ブランチおよび隣接するAu-Siの接触は認められなかった。尚、本実施例においてSi基板上の所望の位置に多数針状結晶を形成させたものは、多数有する電気回路あるいは半導体素子と外部の配線基板、多数有する電気回路あるいは半導体素子を電氣的に接続する際の端子及びその他電子デバイスとして利用できる。

【0015】実施例2

<111>方位のシリコン単結晶基板をアセトン中で5分間超音波洗浄した後、30%過酸化水素水（過酸化水素含量、 $30\text{wt}\%$ ） 1000ml 、25%アンモニア水（アンモニア含量、 $25\text{wt}\%$ ） 1000ml 及び超純水 8000ml を混合した水溶液（以下処理液Bと略す）中に浸漬し、室温で10分間超音波処理し、洗浄した。更に超純水で洗浄後、希フッ酸水溶液（フッ酸含量、 $10\text{wt}\%$ ）で処理後、超純水で洗浄し、乾燥させた。その後フォトリソグラフ法、エッチング法およびメッキなどの方法で多数のAuドットを形成する。形成したAuドットの直径は $30\mu\text{m}$ で厚みは $2\mu\text{m}$ であって、Auドット間距離は $50\mu\text{m}$ ピッチである。このAuのドットの位置に後で述べる工程で針状結晶が形成される。このAuドットをマスクとして基板のSi単結晶薄膜を $10\mu\text{m}$ の深さにエッチングにより除去した。この時異方性を有するエッチング法を採用し、エッチングによるアンダーカットを約 $7\mu\text{m}$ に制御した。その結果、凸状部として残ったSiの上端面の直径は $16\mu\text{m}$ であった。

【0016】このように多数のAuをパターン化した基板を反応管内で加熱し、四塩化珪素と水素の混合ガスを流すと個々のAuドットの位置に針状結晶が形成される。このようにして得られた針状結晶は、基板上にほぼ直立し直径が約 $16\mu\text{m}$ で、その周辺に微細な針状結晶の随伴は認められず、また、初めに形成した個々のAuドットの位置に対し、得られた針状結晶の位置は正確に同一の位置であり、キンク、ブランチおよび隣接するAu-Siの接触は認められなかった。尚、本実施例においてSi基板上の所望の位置に多数針状結晶を形成させたものは、多数有

する電気回路あるいは半導体素子と外部の配線基板、多数有する電気回路あるいは半導体素子を電氣的に接続する際の端子及びその他電子デバイスとして利用できる。

【0017】実施例3

ウェハ張り合わせ法により、 SiO_2 層（絶縁層）を有する<111>方位シリコンのSOI基板を作製する。このSOI基板の上部のシリコン層を機械研磨、エッチング法などの方法で厚さ $10\mu\text{m}$ を残し除去する。<111>方位のシリコン単結晶基板をアセトン中で5分間超音波洗浄した後、処理液A中で10分間浸漬処理し、洗浄した。更に超純水で洗浄後、希フッ酸水溶液（フッ酸含量、 $10\text{wt}\%$ ）で処理後、超純水で洗浄し、乾燥させた。この基板上にフォトリソグラフ法、エッチング法およびメッキ法などの方法でAuドットを形成した。形成したAuドットの直径は $30\mu\text{m}$ で厚さは $2\mu\text{m}$ である。このAuドットの位置に後で述べる工程で針状結晶が形成される。このAuのドットをマスクとして基板上のSi単結晶薄膜を $10\mu\text{m}$ の深さにエッチングにより除去した。この時異方性を有するエッチング法を採用し、エッチングによるアンダーカットを約 $7\mu\text{m}$ に制御した。その結果、凸状部として残ったSiの上端面の直径は $16\mu\text{m}$ であった。その後、処理液A中で10分間浸漬処理し、洗浄した。更に超純水で洗浄後、希フッ酸水溶液（フッ酸含量、 $10\text{wt}\%$ ）で処理後、超純水で洗浄し、乾燥させた。

【0018】このようにAuをパターン化したSOI基板を反応管内で 950°C に加熱し、四塩化珪素と水素の混合ガスを流すと金ドットの位置に針状結晶が形成される。このようにして得られた針状結晶は、基板上にほぼ直立し直径が $16\mu\text{m}$ で、その周辺に微細な針状結晶の随伴は認められず、また初めに形成した金ドットの位置に対し、得られた柱状結晶の位置は正確に同一の位置であり、キンクやブランチは認められなかった。尚、本実施例においてパターン化したSOI基板の所望の位置に針状結晶を形成させたものは、多数有する電気回路あるいは半導体素子と外部の配線基板、多数有する電気回路あるいは半導体素子を電氣的に接続する際の端子及びその他電子デバイスとして利用できる。

【0019】実施例4

ウェハ張り合わせ法により、 SiO_2 層（絶縁層）を有する<111>方位シリコンのSOI基板を作製する。このSOI基板の上部のシリコン層を機械研磨、エッチング法などの方法で厚さ $10\mu\text{m}$ を残し除去する。<111>方位のシリコン単結晶基板をアセトン中で5分間超音波洗浄した後、処理液B中に浸漬して、室温で10分間超音波処理（ 950KHz 、 $3\text{W}/\text{cm}^2$ ）し、洗浄した。更に超純水で洗浄後、希フッ酸水溶液（フッ酸含量、 $10\text{wt}\%$ ）で処理後、超純水で洗浄し、乾燥させる。この基板上にフォトリソグラフ法、エッチング法およびメッキなどチング法などの方法でAuドットを形成する。形

成したAuドットの直径は $30\mu\text{m}$ で厚さは $2\mu\text{m}$ である。このAuドットの位置に後で述べる工程で針状結晶が形成される。この金のドットをマスクとして基板上のSi単結晶薄膜を $10\mu\text{m}$ の深さにエッチングにより除去した。この時異方性を有するエッチング法を採用し、エッチングによるアンダーカットを約 $7\mu\text{m}$ に制御した。その結果、凸状部として残ったSiの上端面の直径は $16\mu\text{m}$ であった。その後、処理液B中に浸漬して室温で10分間超音波処理し、洗浄した。更に超純水で洗浄後、希フッ酸水溶液（フッ酸含量、10wt%）で処理後、超純水で洗浄し、乾燥させた。

【0020】このようにAuをパターン化したSOI基板を反応管内で 950°C に加熱し、四塩化珪素と水素の混合ガスを流すとAuドットの位置に針状結晶が形成される。このようにして得られた針状結晶は、基板上にほぼ直立し直径が $16\mu\text{m}$ で、その周辺に微細な針状結晶の随伴は認められず、また初めに形成したAuドットの位置に対し、得られた柱状結晶の位置は正確に同一の位置であり、キンクやブランチは認められなかった。尚、本実施例においてパターン化したSOI基板の所望の位置に針状結晶を形成させたものは、多数有する電気回路あるいは半導体素子と外部の配線基板、多数有する電気回路あるいは半導体素子を電気的に接続する際の端子及びその他電子デバイスとして利用できる。

【0021】比較例1

実施例1において、Auドット形成前後において、処理液Aによる処理を行わない以外は同様におこなった。キンク*

* クやブランチが多数発生し、隣接するAu-Siの接触が認められ、実用的でなかった。

【0022】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば単結晶基板上に、キンク及びブランチの無い単結晶体を形成させることができる。該単結晶体は、たとえば高精度の電子顕微鏡や電子露光装置などに有用な高品質の微小真空デバイス、電気回路および半導体素子テスト用プローブカード及びその他電子デバイス、或いは走査プローブ顕微鏡のプローブとして使用できる単結晶体である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のVLS成長法の工程を示す図である。

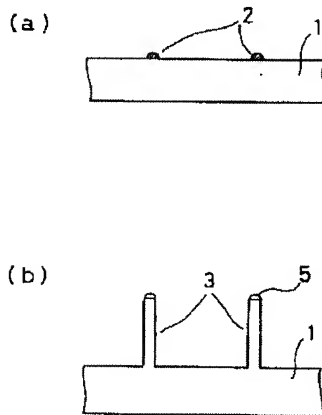
【図2】従来のVLS成長法における単結晶の形成過程を示す図である。

【図3】本発明の原理の説明図である。

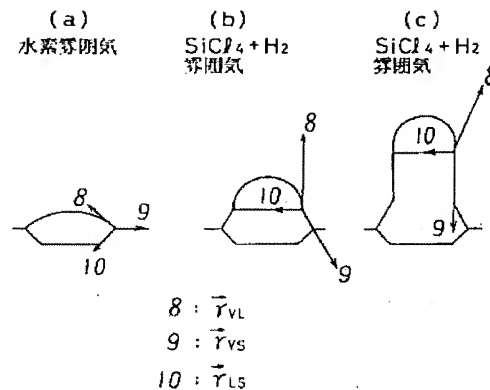
【符号の説明】

- 1 単結晶基板
- 2 Auドット
- 3 針状単結晶
- 4 不純物
- 5 Au-Si合金液滴
- 6 キンク（折れ曲がり）
- 7 ブランチ（枝分かれ）
- 8 気相-液相界面の表面張力
- 9 気相-固相界面の表面張力
- 10 液相-固相界面の表面張力

【図1】



【図3】



【図 2】

